

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-354280

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

H05B 33/14  
C09K 11/06  
C09K 11/06  
C09K 11/06  
C09K 11/06  
C09K 11/06  
C09K 11/06

(21)Application number : 11-096178

(71)Applicant :

TORAY IND INC

(22)Date of filing : 02.04.1999

(72)Inventor :

KOHAMA TORU  
HIMESHIMA YOSHIO  
FUJIMORI SHIGEO

(30)Priority

Priority number : 10 99140 Priority date : 10.04.1998 Priority country : JP

## (54) LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve light-emitting efficiency, luminance and color purity by providing a material emitting light between a positive electrode and a negative electrode and including a phosphor having a specified stokes shift in an device emitting light by electric energy.

SOLUTION: This element is constituted by having the single body of a light-emitting material or a mixture or a laminated body with at least one of a positive hole transport material or an electron transport material between a positive electrode of a conductive transparent material and a negative electrode of an alloy of low work function metal. When a phosphor in which a strokes shift to be a wavelength difference between a fluorescence spectrum and an excitation spectrum is 50 nm or below is used for a light-emitting material, fluorescence quantum efficiency becomes high and the phosphor is suitable as blue luminescent dopant. It is desirable that the phosphor is a heterocycle such as a furan ring, more particularly, compound including isobenzofuran ring, fluorescent quantum efficiency is excellent and the peak of the fluorescence spectrum becomes sharp. This compound is used suitably as the blue-light- emitting dopant material, and is used also as a host material or red green light-emitting material.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-354280

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H05B 33/14		H05B 33/14	B
C09K 11/06	635	C09K 11/06	635
	640		640
	645		645
	650		650
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願平11-96178	(71) 出願人	000003159 東レ株式会社 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号
(22) 出願日	平成11年(1999)4月2日	(72) 発明者	小濱 亨 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
(31) 優先権主張番号	特願平10-99140	(72) 発明者	姫島 義夫 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
(32) 優先日	平10(1998)4月10日	(72) 発明者	藤森 茂雄 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く、高輝度で色純度に優れた、発光素子を提供する。

【解決手段】 正極と負極の間に発光を司る物質が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該素子がストークスシフトが50 nm以下の蛍光体を含むことを特徴とするもので、発光効率が高く、高輝度で色純度に優れた、有機薄膜発光素子を提供することができる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】正極と負極の間に発光を司る物質が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該素子が、ストークスシフトが 5 0 nm 以下の蛍光体を含むことを特徴とする発光素子。

【請求項 2】前記蛍光体が複素環を含む化合物であることを特徴とする請求項 1 記載の発光素子。

【請求項 3】前記蛍光体がフラン環を含む化合物であることを特徴とする請求項 2 記載の発光素子。

【請求項 4】前記蛍光体がイソベンゾフラン環を含む化合物であることを特徴とする請求項 3 記載の発光素子。

【請求項 5】発光色が青色であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 いずれか記載の発光素子。

【請求項 6】該発光素子がマトリクスおよび／またはセグメント方式によって表示するディスプレイを構成することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか記載の発光素子。

【請求項 7】該発光素子がバックライトであることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか記載の発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気エネルギーを光に変換できる素子であって、表示素子、フラットパネルディスプレイ、バックライト、照明、インテリア、標識、看板、電子写真機、光信号発生器などの分野に利用可能な発光素子に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】負極から注入された電子と正極から注入された正孔が両極に挟まれた有機蛍光体内で再結合する際に発光する有機積層薄膜発光素子の研究が近年活発に行われている。この素子は、薄型、低駆動電圧下での高輝度発光、蛍光材料を選ぶことによる多色発光が特徴である。

【 0 0 0 3 】有機積層薄膜素子が高輝度に発光することは、コダック社の C. W. Tang らによって初めて示された (Appl. Phys. Lett. 51 (12) 21, p. 913, 1987)。コダック社の提示した有機積層薄膜発光素子の代表的な構成は、ITO ガラス基板上に正孔輸送性のジアミン化合物、発光層であり、電子輸送性も併せ持った 8-ヒドロキシキノリンアルミニウム、そして負極として Mg:Ag を順次設けたものであり、10 V 程度の駆動電圧で 1000 カンデラ/平方メートルの緑色発光が可能であった。現在の有機積層薄膜発光素子は、上記の素子構成要素の他に、電子輸送層を別に設けているものなど構成を変えているものもあるが、基本的にはコダック社の構成を踏襲している。

【 0 0 0 4 】発光層のホスト材料としては、トリス (8-キノリノラト) アルミニウムを始めとする金属キレート化オキシノイド化合物、ジアリールブタジエン誘導体、スチルベン誘導体、ベンズオキサゾール誘導体、ベ

ンゾチアゾール誘導体 (特開昭 63-264692 号公報) などがあげられる。

【 0 0 0 5 】一方、ゲスト材料としてのドーバント材料には、レーザー染料として有用であることが知られている、7-ジメチルアミノ-4-メチルクマリンを始めとする蛍光性クマリン染料、ジシアノメチレンピラン染料、ジシアノメチレンチオピラン染料、ポリメチン染料、シアニン染料、オキソベンズアンスラセン染料、キサンテン染料、ローダミン染料、フルオレセイン染料、ピリリウム染料、カルボスチリル染料、ペリレン染料、アクリジン染料、ビス (スチリル) ベンゼン染料、ピレン染料、オキサジン染料、フェニレンオキサイド染料 (特開昭 63-264692 号公報)、ペリレン、テトラセン、ペンタセン (特開平 2-261889 号公報)、キナクリドン化合物、キナゾリン化合物 (特開平 5-70773 号公報) ピロロピリジン化合物、フロピリジン化合物 (特開平 5-222360 号公報)、1, 2, 5-チアアジアゾロピレン誘導体 (特開平 5-222361 号公報)、ペリノン誘導体 (特開平 5-279662 号公報)、ピロロピロール化合物 (特開平 5-320663 号公報)、スクアリリウム化合物 (特開平 6-93257 号公報)、ビオラントロン化合物 (特開平 7-90259 号公報)、フェナジン誘導体 (特開平 7-102250 号公報)、アクリドン化合物 (特開平 8-67873 号公報)、ジアザフラビン誘導体 (特開平 9-78058 号公報) などが知られている。

## 【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の技術では発光素子の発光効率が芳しくなく、高輝度を得ることが難しかった。また色純度の向上も課題であった。

## 【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】本発明は、正極と負極の間に発光を司る物質が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該素子がストークスシフトが 5 0 nm 以下の蛍光体を含み、さらにはフラン骨格を有する化合物を含むことを特徴とする発光素子である。

## 【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】本発明における正極は、光を取り出すために透明であれば、酸化錫、酸化インジウム、酸化錫インジウム (ITO) などの導電性金属酸化物、あるいは、金、銀、クロムなどの金属、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリンなどの導電性ポリマなど特に限定されるものでないが、ITO ガラスやネサガラスを用いることが特に望ましい。透明電極の抵抗は素子の発光に十分な電流が供給できればよいので限定されないが、素子の消費電力の観点からは低抵抗であることが望ましい。例えば 300  $\Omega$ /□ 以下の ITO 基板であれば素子電極として機能するが、現在では 10  $\Omega$ /□ 程度の基板の供給も可能になっていることから、20  $\Omega$ /□ 以下の低抵抗

の基板を使用することが特に望ましい。ITOの厚みは抵抗値に合わせて任意に選ぶ事ができるが、通常100～300nmの間で用いられることが多い。また、ガラス基板はソーダライムガラス、無アルカリガラスなどが用いられ、また厚みも機械的強度を保つのに十分な厚みがあればよいので、0.7mm以上あれば十分である。ガラスの材質については、ガラスからの溶出イオンが少ない方がよいので無アルカリガラスの方が好ましいが、SiO<sub>2</sub>などのバリアコートをしたソーダライムガラスも市販されているのでこれを使用できる。ITO膜形成方法は、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、化学反応法など特に制限を受けるものではない。

【0009】本発明における負極は、電子を効率よく、発光を司る物質または発光を司る物質に隣接する物質（例えば電子輸送層）に注入できる物質であれば特に限定されない。一般的には白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウム、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどがあげられる。電子注入効率を上げて素子特性を向上させるためには、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムまたはこれら低仕事関数金属を含む合金が有効である。しかし、これら低仕事関数金属は一般に大気中で不安定であることが多く、電極保護のために白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウムなどの金属、またはこれらの金属を用いた合金、そしてシリカ、チタニアなどの無機物、ポリビニルアルコール、塩化ビニルなどのポリマを積層することが好ましい。これらの電極の作製法も、抵抗加熱法蒸着、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、コーティング法など導通を取ることができれば、特に制限されない。

【0010】本発明における発光を司る物質の構成は、1) 正孔輸送材料／発光材料、2) 正孔輸送材料／発光材料／電子輸送材料、3) 発光材料／電子輸送材料、そして、4) 以上の組み合わせ物質を一層に混合した形態、のいずれであってもよい。即ち、上記1)～3)の多層積層構造の他に、4)のように発光材料単独または発光材料と正孔輸送材料、あるいは発光材料と正孔輸送材料および電子輸送材料を含む層を一層設けるだけでもよい。

【0011】発光材料はホスト材料のみでも、ホスト材料とドーパント材料の組み合わせでも、いずれであってもよい。また、ドーパント材料はホスト材料の全体に含まれていても、部分的に含まれていても、いずれであってもよい。ドーパント材料は積層されていても、分散されていても、いずれであってもよい。

【0012】本発明における正孔輸送材料としては、電界を与えられた電極間において正極からの正孔を効率良く輸送することが必要で、正孔注入効率が高く、注入された正孔を効率良く輸送することが望ましい。そのため

にはイオン化ポテンシャルが小さく、しかも正孔移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが要求される。このような条件を満たす物質として、特に限定されるものではないが、ビスカルバゾリル誘導体、TPD、m-MTDATA、 $\alpha$ -NPDなどのトリフェニルアミン誘導体、ピラゾリン誘導体、スチルベン系化合物、ヒドラゾン系化合物、オキサジアゾール誘導体やフタロシアニン誘導体に代表される複素環化合物、ポリビニルカルバゾール、ポリシランなどの既知の正孔輸送材料を使用できる。これらの正孔輸送材料は単独でも用いられるが、異なる正孔輸送材料と積層または混合して使用しても構わない。

【0013】本発明における発光材料はストークスシフトが50nm以下の蛍光体を含有する。ここで図1に示すようにストークスシフト1は蛍光体の蛍光スペクトルのピーク波長3と励起スペクトルのピーク波長2の差である。ストークスシフトは励起された蛍光体の振動や回転による準位の降下を示し、ストークスシフトが大きいと失われるエネルギーは大きい。それゆえ図2に示したようなストークスシフトが小さい蛍光体は蛍光の量子収率が高く、有機積層薄膜発光素子に用いた場合に高い発光効率を得ることができる可能性がある。

【0014】ストークスシフトが小さい蛍光体はドーピング法を用いた青色発光の際にさらに利便性を発揮する。ドーピング法はホスト材料に微量のドーパント材料を含有させ、発光効率を向上させたり、発光色を変化させるものである。図3に示したようにドーピング法ではホスト分子からドーパント分子へのエネルギー移動は、高エネルギー側より低エネルギー側に行われるので、基本的に発光ピークの移動は短波長側から長波長側にしか行われず、また、ホスト分子の蛍光スペクトル6とドーパント分子の励起スペクトル7の重なり4が必要となるので、ストークスシフトの大きい青色蛍光ドーパント分子を発光させるには、ホスト分子には紫外域の発光が要求されることになってしまう。図4に示したようにストークスシフトが小さいドーパント分子を選択することができれば、ホスト分子からの発光は青色のままでも充分であり、さらに図5に示したようにホスト分子の蛍光スペクトル6とドーパント分子の励起スペクトル7をうまく重ねてやる事ができれば、見かけ上は長波長側から短波長側へ発光ピークの移動ができるようになる。

【0015】上記の要件を満たす蛍光体を従来の蛍光体の中から探し出すのは容易ではなく、我々は新規な蛍光体を合成することで見出すことができた。合成のヴァリエーションが多く各種の誘導体を得ることができることから、蛍光体は複素環を含む化合物であることが好ましい。中でもフラン環を含む化合物であることが好しく、イソベンゾフラン環を含む化合物であることがより好ましい。イソベンゾフラン骨格を有する化合物はホス

10

20

30

40

50

ト材料として用いてもかまわないが、ドーパント材料として好適に用いられる。イソベンゾフラン骨格を有する化合物は、蛍光量子効率が高く、その蛍光スペクトルのピークはシャープで色純度が良好である。また、蛍光スペクトルと励起スペクトルのピーク波長の差（ストークスシフト）が小さく、効率よくホスト材料の発光波長を変換することが出来る。イソベンゾフラン骨格を有する

化合物は、赤色発光材料や緑色発光材料として用いてもかまわないが、青色発光材料として好適に用いられる。

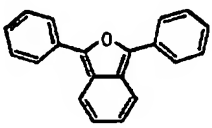
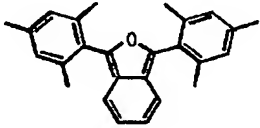
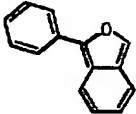
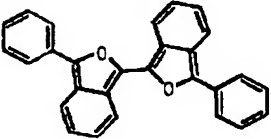
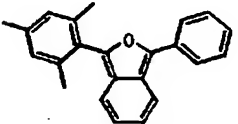
【0016】上記のイソベンゾフラン骨格を有する化合物として、具体的には下記のような構造があげられる。

蛍光・励起スペクトルはエタノール中で測定した。

【0017】

【化1】

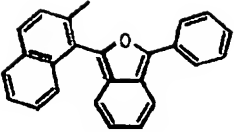
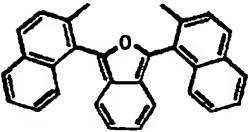
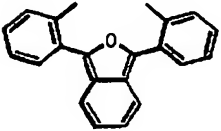
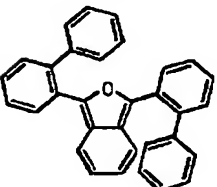
蛍光スペクトル 励起スペクトル ストークス  
のピーク (nm) のピーク (nm) シフト (nm)

	460 480	441	19
	439	399	40
	449	410	39
	441	406	35
	464	432	32

【0018】

【化2】

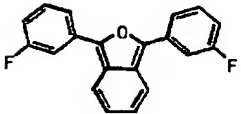
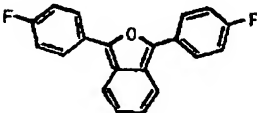
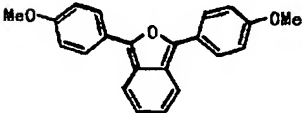
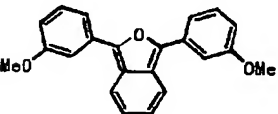
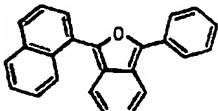
蛍光スペクトル 励起スペクトル ストークス  
のピーク (nm) のピーク (nm) シフト (nm)

	4 9 7	4 7 3	2 4
	4 8 3	4 4 5	3 8
	4 6 7	4 4 6	2 1
	4 7 1	4 4 1	3 0

【 0 0 1 9 】

【 化 3 】

蛍光スペクトル 励起スペクトル ストークス  
のピーク (nm) のピーク (nm) シフト (nm)

	4 7 5	4 4 0	3 5
	4 8 0	4 5 6	2 4
	5 0 4	4 8 0	2 4
	4 8 6	4 6 2	2 4
	4 9 0	4 5 6	3 4

【 0 0 2 0 】 発光材料に添加するドーパント材料は、イソベンゾフラン骨格を有する化合物一種のみに限る必要はなく、イソベンゾフラン骨格を有する化合物を混合して用いたり、既知のドーパント材料の一種類以上をイソ

50

ベンゾフラン骨格を有する化合物と混合して用いてもよい。具体的には従来から知られている、ペリレン、ルブレンなどの縮合環誘導体、キナクリドン誘導体、フェノキサゾン 6 6 0、DCM 1、ペリノン、クマリン誘導体

などがそのまま使用できる。

【 0 0 2 1 】ホスト材料としては特に限定されるものではないが、以前から発光体として知られていたアントラセンやピレンなどの縮合環誘導体、トリス（８－キノリノラト）アルミニウムを始めとする金属キレート化オキシノイド化合物、ビススチリルアントラセン誘導体やジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピロロピリジン誘導体、ペリノン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、ポリマー系では、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、そして、ポリチオフェン誘導体などが使用できる。

【 0 0 2 2 】本発明における電子輸送性材料としては、電界を与えられた電極間において負極からの電子を効率良く輸送することが必要で、電子注入効率が高く、注入された電子を効率良く輸送することが望ましい。そのためには電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが要求される。このような条件を満たす物質として、８－ヒドロキシキノリンアルミニウムに代表されるキノリノール誘導体金属錯体、トロポロン金属錯体、フラボノール金属錯体、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、ナフタレン、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、アルダジン誘導体、ビススチリル誘導体、ピラジン誘導体、フェナントロリン誘導体などがあるが特に限定されるものではない。これらの電子輸送材料は単独でも用いられるが、異なる電子輸送材料と積層または混合して使用しても構わない。

【 0 0 2 3 】以上の正孔輸送層、発光層、電子輸送層に用いられる材料は単独で各層を形成することができるが、高分子結着剤としてポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルローズ、酢酸ビニル、ＡＢＳ樹脂、ポリウレタン樹脂などの溶剤可溶性樹脂や、フェノール樹脂、キシレン樹脂、石油樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂などの硬化性樹脂などに分散させて用いることも可能である。

【 0 0 2 4 】本発明における発光を司る物質の形成方法は、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング法、分子積層法、コーティング法など特に限定されるものではないが、通常は、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着が特性面で好ましい。層の厚みは発光を司る物質の抵抗

値にもよるので限定できないが、経験的には１０～１０００ｎｍの間から選ばれる。

【 0 0 2 5 】本発明における電気エネルギーとは主に直流電流を指すが、パルス電流や交流電流を用いることも可能である。電流値および電圧値は特に制限はないが、素子の消費電力、寿命を考慮すると、できるだけ低いエネルギーで最大の輝度を得られるようにするべきである。

【 0 0 2 6 】本発明の発光素子はマトリクスまたはセグメント方式、あるいはその両者を組み合わせることによって表示するディスプレイを構成することが好ましい。

【 0 0 2 7 】本発明におけるマトリクスは、表示のための画素が格子状に配置されたものをいい、画素の集合で文字や画像を表示する。画素の形状、サイズは用途によって決まる。例えばパソコン、モニター、テレビの画像および文字表示には、通常、一辺が３００μｍ以下の四角形の画素が用いられるし、表示パネルのような大型ディスプレイの場合は、一辺がｍｍオーダーの画素を用いることになる。モノクロ表示の場合は、同じ色の画素を配列すればよいが、カラー表示の場合には赤、緑、青の画素を並べて表示させる。この場合典型的にはデルタタイプとストライプタイプがある。尚、本発明における発光素子は、赤、緑、青色発光が可能であるので、前記表示方法を用いれば、マルチカラーまたはフルカラー表示もできる。そして、このマトリクスの駆動方法としては、線順次駆動方法やアクティブマトリクスのどちらでもよい。線順次駆動の方が構造が簡単という利点があるが、動作特性を考慮するとアクティブマトリクスの方が優れる場合があるので、これも用途により使い分けることが必要である。

【 0 0 2 8 】本発明におけるセグメントタイプは、予め決められた情報を表示するようにパターンを形成し、決められた領域を発光させる。例えば、デジタル時計や温度計における時刻や温度表示、オーディオ機器や電磁調理器などの動作状態表示、自動車のパネル表示などがあげられる。そして、前記マトリクス表示とセグメント表示は同じパネルの中に共存していてもよい。

【 0 0 2 9 】本発明の発光素子はバックライトとしても好ましく用いられる。本発明におけるバックライトは、主に自発光しない表示装置の視認性を向上させる目的に使用され、液晶表示装置、時計、オーディオ装置、自動車パネル、表示板、標識などに使用される。特に液晶表示装置、中でも薄型化が課題となっているパソコン用途のバックライトとしては、従来方式のものが蛍光灯や導光板からなっているため薄型化が困難であることを考えると、本発明におけるバックライトは薄型、軽量が特徴になる。

【 0 0 3 0 】

【実施例】以下、実施例および比較例をあげて本発明を説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるも

のではない。

#### 【0031】実施例1

ITO透明導電膜を150nm堆積させたガラス基板(旭硝子社製、15Ω/□、電子ビーム蒸着品)を30×40mmに切断、エッチングを行った。得られた基板をアセトン、セミコクリン56で各々15分間超音波洗浄してから、超純水で洗浄した。続いてイソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄してから熱メタノールに15分間浸漬させて乾燥させた。この基板を素子を作製する直前に1時間UV-オゾン処理し、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が $5 \times 10^{-5}$  Pa以下になるまで排気した。抵抗加熱法によって、まず正孔輸送材料として4, 4'-ビス(N-(m-トリル)-N-フェニルアミノ)ビフェニルを100nm蒸着した。次にホスト材料としてビス(2-メチルキノリノラート)(2-ピリジノラート)アルミニウム(III)を、ドーパント材料として1, 3-ジ(2-メチルフェニル)イソベンゾフランを用いて、ドーパントが1wt%になるように30nmの厚さに共蒸着し、ホスト材料を70nmの厚さに積層した。ホスト材料としてのビス(2-メチルキノリノラート)(2-ピリジノラート)アルミニウム(III)の蛍光ピーク波長は471nmであり、ドーパント材料としての1, 3-ジ(2-メチルフェニル)イソベンゾフランのエタノール中の励起ピーク波長は446nm、蛍光ピーク波長は467nmであり、ストークスシフトは38nmであった。次にリチウムを0.5nm、アルミニウムを200nm蒸着して陰極とし、5×5mm角の素子を作製した。ここで言う膜厚は表面粗さ計での測定値で補正した水晶発振式膜厚モニター表示値である。この発光素子の発光開始電圧は4Vで、最高輝度は5910カンデラ/平方メートルであった。発光ピーク波長490nmの色純度に優れたドーパントからの良好な青色発光が得られた。

#### 【0032】比較例1

ドーパント材料を用いなかった以外は実施例1と全く同様にして作製した素子の発光開始電圧は4Vで、発光ピーク波長510nmの色純度の悪いホスト材料からの緑色がかった青色発光しか得られなかった。

#### 【0033】比較例2

ドーパント材料としてコロネンを用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。コロネンのエタノール溶液中の励起ピーク波長は340nm、蛍光ピーク波長は437、447、453、474nmであり、ストークスシフトは97nmであった。発光ピーク波長510nmの色純度の悪いホスト材料からの緑色がかった青色発光しか得られなかった。

#### 【0034】実施例2

ドーパント材料として1-メシチル-3-フェニルイソベンゾフランを用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。1-メシチル-3-フェニルイソベン

ゾフランのエタノール溶液中の励起ピーク波長は432nm、蛍光ピーク波長は464nmであり、ストークスシフトは32nmであった。発光開始電圧は4Vで、最高輝度は3640カンデラ/平方メートルであった。発光ピーク波長487nmの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0035】実施例3

ホスト材料に4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ビフェニルを用いた以外は実施例2と全く同様にして作製した素子を駆動させたところ、ドーパント材料からの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0036】実施例4

ドーパント材料として1, 1'-ビス(フェニルイソベンゾフラン)を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。1, 1'-ビス(フェニルイソベンゾフラン)のエタノール溶液中の励起ピーク波長は406nm、蛍光ピーク波長は441nmであり、ストークスシフトは35nmであった。発光開始電圧は4Vで、最高輝度は6520カンデラ/平方メートルであった。発光ピーク波長490nmの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0037】実施例5

正孔輸送材料として4, 4'-ビス(N-(m-トリル)-N-フェニルアミノ)ビフェニルを100nm蒸着し、ホスト材料として4, 4'-ビス(N-(m-トリル)-N-フェニルアミノ)ビフェニルを用い、ドーパント材料として1, 3-ジメシチルイソベンゾフランを用いて、ドーパントが1wt%になるように30nmの厚さに共蒸着し、次に電子輸送材料として2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリンを70nmの厚さに積層した以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。ホスト材料としての4, 4'-ビス(N-(m-トリル)-N-フェニルアミノ)ビフェニルの蛍光ピーク波長は427nmであり、1, 3-ジメシチルイソベンゾフランのエタノール溶液中の励起ピーク波長は399nm、蛍光ピーク波長は439nmであり、ストークスシフトは40nmであった。発光開始電圧は4Vで、最高輝度は826カンデラ/平方メートルであった。発光ピーク波長464nmの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0038】実施例6

ドーパント材料として3, 4; 8, 9-ジベンゾピレン(ジベンゾ(b, d e f)クリセン)を用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。3, 4; 8, 9-ジベンゾピレンのエタノール溶液中の励起ピーク波長は424, 450nm、蛍光ピーク波長は456nm、482nmであり、ストークスシフトは6nmであった。この発光素子の発光開始電圧は4Vで、最高輝度は8000カンデラ/平方メートルであった。発光ピーク波長475nmと499nmの色純度に優れた良好な



青色発光が得られた。

#### 【0039】実施例7

ドーパント材料として1, 3-ジフェニルイソベンゾフランを用いた以外は実施例1と全く同様にして素子を作製した。1, 3-ジフェニルイソベンゾフランのエタノール溶液中の励起ピーク波長は441nm、蛍光ピーク波長は460nm、480nmであり、ストークスシフトは19nmであった。この発光素子の発光開始電圧は4Vで、最高輝度は10000カンデラ/平方メートルであった。発光ピーク波長478nmと494nmの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0040】実施例8

正孔輸送材料として銅フタロシアニン(20nm、3, 3'-ビス(エチルカルバゾール))を用いた以外は実施例7と全く同様にして作製した素子の発光開始電圧は5Vで、最高輝度は12000カンデラ/平方メートルであった。ドーパント材料からの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0041】実施例9

実施例7で作製した素子を乾燥空気を通したセル内でまず10mAで2時間定電流直流駆動させることでエージングさせ、5mA定電流直流駆動し耐久性を測定したところ、初期輝度は214カンデラ/平方メートルで、輝度半減時間は40時間であり、500時間以上の連続発光が観察できた。

#### 【0042】実施例10

ホスト材料に4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ピフェニルを用いた以外は実施例7と全く同様にして作製した素子を駆動させたところ、ドーパント材料か

らの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0043】実施例11

ホスト材料にキノリノラートリチウムを用いた以外は実施例7と全く同様にして作製した素子を駆動させたところ、ドーパント材料からの色純度に優れた良好な青色発光が得られた。

#### 【0044】

【発明の効果】本発明は、発光効率がよく、高輝度で色純度に優れた、発光素子を提供できるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ストークスシフトの説明図(一例)

【図2】ストークスシフトの説明図(一例)

【図3】ドーパント材料を用いた場合のストークスシフトの説明図(一例)

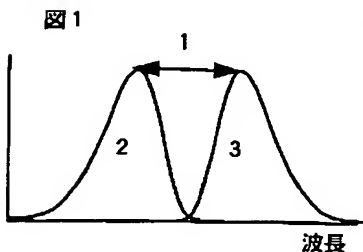
【図4】ストークスシフトが小さいドーパント材料を用いた場合のストークスシフトの説明図(一例)

【図5】ドーパント材料を用いた場合のストークスシフトの説明図(一例)

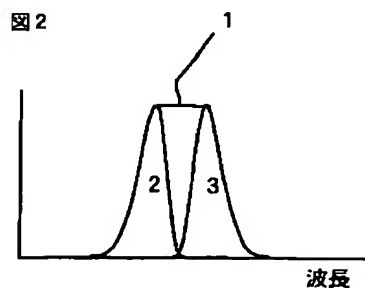
#### 【符号の説明】

- 1、ストークスシフト
- 2、励起スペクトルのピーク波長
- 3、蛍光スペクトルのピーク波長
- 4、スペクトルの重なり
- 5、励起スペクトルのピーク波長(ホスト分子)
- 6、蛍光スペクトルのピーク波長(ホスト分子)
- 7、励起スペクトルのピーク波長(ドーパント分子)
- 8、蛍光スペクトルのピーク波長(ドーパント分子)
- 9、発光ピーク波長の移動

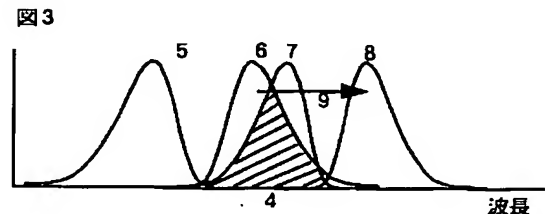
【図1】



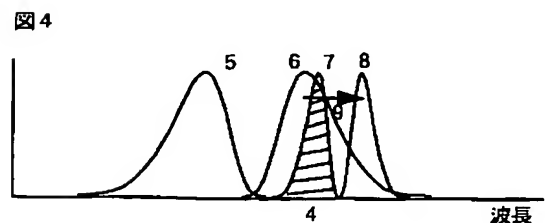
【図2】



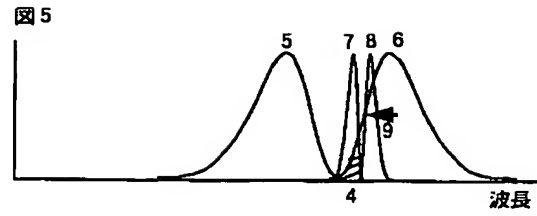
【図3】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

C 0 9 K 11/06

識別記号

6 5 5

6 6 0

F I

C 0 9 K 11/06

6 5 5

6 6 0

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**